

УДК 631.372:629.114.2

UDC 631.372:629.114.2

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ  
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ К  
ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМ И  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ УСЛОВИЯМ  
РЕГИОНА**

**ADAPTATION OF TILLAGE MACHINERY TO  
NATURAL, CLIMATIC AND PRODUCTION  
CONDITIONS OF THE REGION**

Поликутина Елена Сергеевна  
Кандидат технических наук  
РИНЦ SPIN-код: 5782 -6936  
email: [e.polikytina@mail.ru](mailto:e.polikytina@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Polikutina Elena Sergeevna  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 5782-6936  
email: [e.polikytina@mail.ru](mailto:e.polikytina@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Кривуца Зоя Фёдоровна  
Д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: 6124 -5403  
email: [zfk20091@mail.ru](mailto:zfk20091@mail.ru)

*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Krivutsa Zoya Fedorovna  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code: 6124-5403  
email: [zfk20091@mail.ru](mailto:zfk20091@mail.ru)

*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Щитов Сергей Васильевич  
Д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: 4944 -6871  
email: [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Shchitov Sergey Vasilyevich  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code: 4944-6871  
email: [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)  
*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Ермаков Денис Владимирович  
Аспирант  
РИНЦ SPIN-код: 8311-7830  
email: [denermakov00@gmail.com](mailto:denermakov00@gmail.com)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Ermakov Denis Vladimirovich  
Graduate  
RSCI SPIN code: 8311-7830  
email: [denermakov00@gmail.com](mailto:denermakov00@gmail.com)  
*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Щитова Виктория Андреевна  
Обучающаяся  
email: [vikasitova14@gmail.com](mailto:vikasitova14@gmail.com)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Shchitova Victoria Andreevna  
Student  
email: [vikasitova14@gmail.com](mailto:vikasitova14@gmail.com)  
*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Эффективность эксплуатации сельскохозяйственной техники напрямую связана с её приспособленностью к местным природным и производственным условиям. Наибольшие трудности в этом отношении испытывают крестьянские (фермерские) хозяйства, которые из-за дефицита финансов не в состоянии приобрести полный комплект машин, обеспечивающих качественное выполнение технологических

The performance of agricultural machinery largely depends on how well it matches local natural and operational conditions. Small-scale farms are especially vulnerable: limited budgets prevent them from possessing a wide range of equipment able to cope with variable conditions. The problem becomes critical in spring, when the sowing window is extremely tight and late soybean harvesting leaves no opportunity for autumn tillage. To solve this, heavy

операций при изменяющихся внешних факторах. Особо остро данная проблема проявляется весной: сжатые агросроки не позволяют перенести обработку почвы на осень, а соя убирается поздно. В таких условиях основным орудием предпосевной обработки становятся тяжёлые дисковые бороны, агрегатируемые с тракторами. Однако осадки в уборочный период ведут к переувлажнению и уплотнению почвы движителями, повышению её твёрдости. В связи с этим возникает необходимость оперативно изменять нагрузку на рабочие органы бороны. Целью исследования являлась адаптация тяжелой дисковой бороны БДТ-3 к природно-климатическим реалиям региона. Производственные испытания подтвердили, что величина удельной нагрузки на диск зависит от ширины захвата, глубины обработки и выдвигания штока гидроцилиндра. В ходе работы установлено: наибольший прирост нагрузки (до 15%) фиксируется при выдвигании штока на 0,30 м от нейтрального положения. Изменение длины штока с 0,18 до 0,30 м обеспечивает плавное варьирование глубины обработки с 0,16 до 0,20 м. Пиковая нагрузка на диск составляет 4,6 кН при ширине захвата 2,7 м и выходе штока 0,30 м. Предложенное решение позволяет корректировать давление на рабочий орган и глубину рыхления с учётом возделываемой культуры и текущего состояния почвы. В данной статье рассматривается вопрос модернизации существующей дисковой бороны, которая позволит: регулировать глубину обработки почвы с учетом биологических особенностей возделываемой культуры и текущих физико-механических характеристик почвы; вносить одновременно несколько видов минеральных удобрений с определенной нормой в требуемой "очаговой зоне"

Ключевые слова: КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, АДАПТАЦИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН, ДИСКОВАЯ БОРОНА, ПОЧВА, КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-021>

disc harrows are commonly coupled with tractors. However, abundant rainfall during harvest increases soil moisture, leading to re-compaction by running gear and greater soil hardness. This situation calls for adjustable loading of the harrow's working tools. The study aimed to adapt the BDT-3 heavy disc harrow to the region's specific climate. Field trials indicated that load on the working elements depends on operating width, tillage depth, and hydraulic cylinder rod extension. The maximum load rise (up to 15%) was observed at a rod extension of 0.30 m (neutral point). Extending the rod from 0.18 m to 0.30 m enables gradual depth adjustment from 0.16 m to 0.20 m. Peak load on a disc reached 4.6 kN with a 2.7 m working width and 0.30 m rod extension. The developed device makes it possible to vary the load on the BDT-3 harrow disc and control tilling depth according to crop requirements and soil physical/mechanical properties. This article discusses the issue upgrading the existing disc harrow, which will allow: regulate the depth of soil cultivation, taking into account the biological features of the cultivated crop and the current physical and mechanical characteristics of the soil; introduce simultaneously several types of mineral fertilizer with a certain norm in the required "focal zone"

Keywords: CLIMATIC CONDITIONS, TILLAGE MACHINERY ADAPTATION, DISC HARROW, SOIL, DESIGN AND OPERATING PARAMETERS

**Введение.** Продуктивность агротехнологий в значительной мере обусловлена степенью соответствия используемых машин зональным особенностям. Нередко технические возможности агрегатов реализуются не полностью, поскольку они изначально разрабатывались для иных почвенно-климатических условий. В связи с этим требуется

<http://ej.kubagro.ru/2026/03/pdf/21.pdf>

целенаправленная адаптация техники под конкретные региональные признаки [1–3]. Потребность в такой доработке особенно выражена в областях, чьи природно-производственные характеристики существенно отличаются от центральных и западных районов РФ. В подобных условиях только обоснованная корректировка параметров машин, опирающаяся на результаты теоретических и экспериментальных изысканий, позволяет полноценно задействовать их технологический потенциал [4–6].

Амурская область служит характерным примером территории с ярко выраженной спецификой, усложняющей работу малых агроформирований:

- нехватка финансовых ресурсов;
- сжатые интервалы весенне-полевых работ (обработка почвы и сев);
- низкая несущая способность почвенного слоя;
- значительные сезонные колебания температуры;
- применение энергонасыщенных тракторов с высоким давлением на грунт;
- дефицит необходимого парка машин;
- позднее завершение уборочных работ (вплоть до заморозков);
- невозможность зяблевой обработки.

Следовательно, совершенствование почвообрабатывающей техники применительно к местным условиям следует считать актуальной научно-практической задачей. Ключевые предпосылки: отсутствие осенней подготовки почвы, лимитированные сроки весенних полевых работ и ограниченный машинный парк. Дополнительным негативным фактором выступают осадки в уборочную пору, усиливающие техногенную нагрузку ходовых систем комбайнов. Как результат — физико-механические свойства почвы (плотность, твёрдость) варьируют в широких пределах, что требует оперативного согласования тягово-сцепных качеств трактора и нагрузки на рабочие органы орудия [7-9].

Принципиальная схема, иллюстрирующая предпосылки адаптации почвообрабатывающих агрегатов к условиям Амурской области, приведена на рисунке 1.

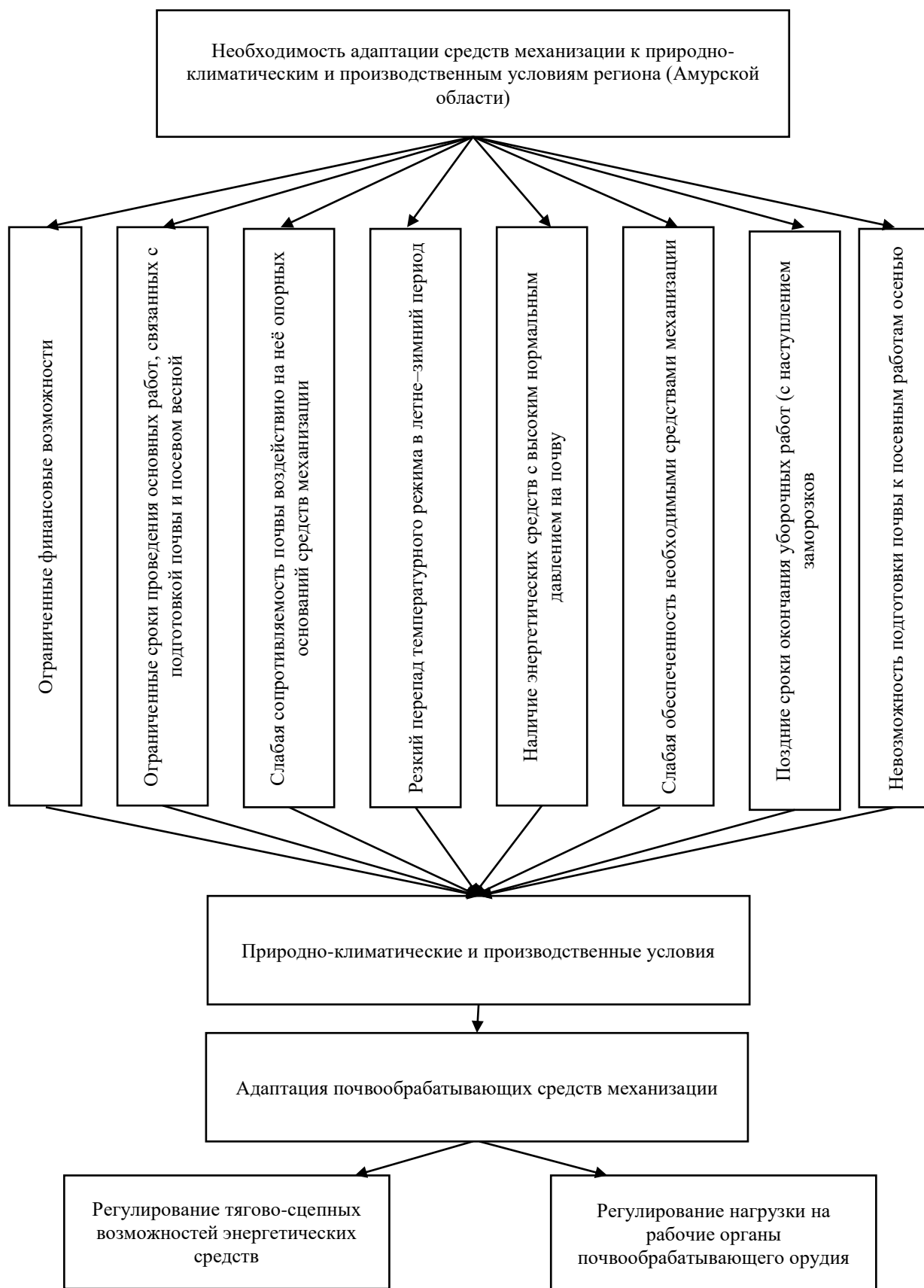
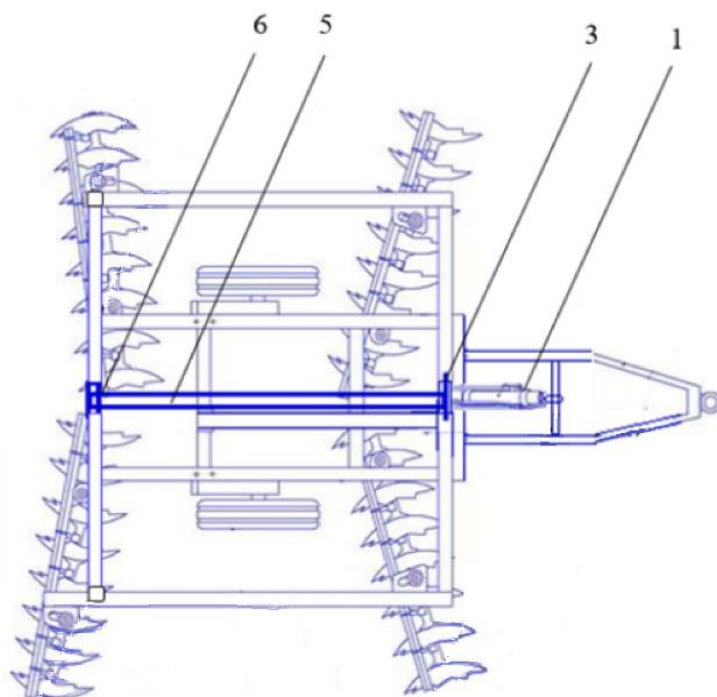


Рисунок 1 – Обоснование необходимости адаптации техники к условиям региона

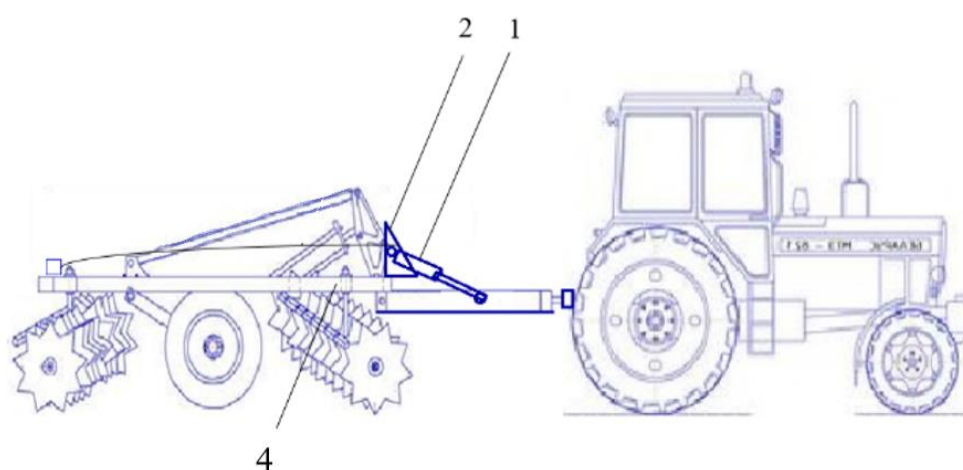
В настоящее время фермерские хозяйства области производят более четверти всего объёма сельхозпродукции, при этом ведущей культурой остаётся соя. Её поздняя уборка исключает возможность осенней обработки, поэтому подготовка почвы переносится на весну. На небольших по площади полях преимущественно применяются тяжёлые дисковые бороны БДТ–3 в сцепке с колёсными тракторами классов 1,4...2. С учётом перечисленных обстоятельств было разработано «распределяюще-догружающее устройство для прицепной рамной бороны» [11-12] (рисунок 2).



А)



**Б)**



**В)**

Рисунок 2 – Адаптированный бороновальный агрегат (МТЗ–80+ БДТ–3 + устройство). Примечание. А – общий вид МТА; Б, В – конструктивно–

технологические схемы бороновального агрегата: 1–силовой гидроцилиндр; 2– передний кронштейн; 3– опора; 4–рама бороны; 5– передающая тяга; 6– задний шарнирный кронштейн.

### **Материалы и методы.**

Цель работы адаптировать тяжёлую борону БДТ–3 к природно-климатическим условиям региона.

Задачи:

- проверить работоспособность модернизированной бороны БДТ–3 в реальных производственных условиях;
- оценить значимость факторов, определяющих эффективность её функционирования.

Объекты и методы исследований. Производственные испытания осуществлялись на базе крестьянско-фермерского хозяйства в с. Грибское Благовещенского муниципального округа в 2024–2025 гг. Почвенный покров хозяйства относится к лугово-чернозёмовидному типу — наиболее распространённому в Приамурье. Уклоны поля не превышали 2°. Методическая база испытаний соответствовала требованиям ГОСТ. При определении нагрузки на рабочие органы бороны использовались платформенные электронные весы МВСК(В) с диапазоном измерения до 10 т. Предел допустимой погрешности в диапазоне 5...10т составляет соответственно 2...4% согласно их основной технической характеристики.

В ходе проверки работоспособности предлагаемого устройства оценивалось изменение твёрдости почвы после прохода серийной и доработанной бороны, так как данный показатель напрямую влияет на энергоёмкость обработки:

- фоновая твёрдость (до обработки): 136 кг/см<sup>2</sup> (0,1 м) и 154 кг/см<sup>2</sup> (0,25–0,3 м);
- после прохода серийного агрегата: 150 и 167 кг/см<sup>2</sup> соответственно;

– после прохода агрегата с разработанным устройством: 139 и 158 кг/см<sup>2</sup>.

Влажность почвы находилась в пределах 20,3–24,6 %.

Для установления зависимости нагрузки на рабочий орган от конструктивно-технологических параметров догружателя были выделены управляемые факторы и диапазоны их варьирования.

В качестве независимых переменных приняты факторы:

- $X_1$  (b), м — ширина захвата;
- $X_2$  (h), м — глубина обработки;
- $X_3$  (a), м — длина выдвижения штока гидроцилиндра.

Уровни варьирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Факторы и уровни эксперимента

Факторы	b, м	h, м	a, м.
Обозначение	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Верхний уровень (+1)	3	0,20	0,34
Основной уровень (0)	2,75	0,18	0,255
Нижний уровень (-1)	2,5	0,16	0,17

Достоверность прогнозирования и моделирования конструктивно-технологических параметров распределяющее-догружающего устройства для прицепной рамной бороны на величину нагрузки определяется использованием регрессионных закономерностей, получаемых в ходе проведения эксперимента. Преимуществом такого метода является способность описания любого объекта при полном соблюдении алгоритма активного эксперимента. С целью определения дальнейшей стратегии проведения исследований воспользовались методикой полного факторного эксперимента для вычисления математической модели исследуемого

процесса. С помощью критерия Кохрена проверяли гипотезу об однородности дисперсии. Статистическую значимость коэффициентов регрессии оценивали по критерию Стьюдента. Адекватность математической модели проверяли по F – критерию Фишера. Для получения достоверной математической модели использовали методику полного факторного эксперимента. Регрессионный анализ позволил получить уравнение, связывающее нагрузку на диск с исследуемыми факторами.

$$Y(X_1, X_2, X_3) = b'_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2. \quad (1)$$

В соответствии с выбранной методикой исследования определялась значимость коэффициентов регрессии и адекватность математической модели

$$Y(X_1, X_2, X_3) = 4,08496 + 0,12035X_2 + 0,11841X_3 + -0,12413X_1^2 + 0,04742X_2^2 - 0,0564X_3^2. \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \frac{b-2,75}{0,25} = 4b - 2,5, \\ X_2 &= \frac{h-0,18}{0,02} = 50h - 9; \\ X_3 &= \frac{a-0,255}{0,085} = 11,76a - 3. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Подставив систему уравнений (3) в предлагаемую математическую модель (2), получаем

$$\begin{aligned} Y(b, h, a) &= 4,08496 + 0,12035(50h - 9) \\ &+ 0,11841(11,76a - 3) - \\ &- 0,12413(4b - 2,5)^2 + 0,04742(50h - 9)^2 \\ &- 0,0564(11,76a - 3)^2. \end{aligned} \quad (4)$$

После обработки экспериментальных данных и преобразования кодированных значений в натуральные величины получена регрессионная зависимость:

$$Y(b, h, a) = 2,4726 + 118,56h^2 - 18,678h - 7,7206a^2 + 5,3725a - 1,986b^2 + 2,4826b. \quad (5)$$

Про моделируем влияние исследуемых конструктивно-технологических параметров на величину нагрузки, приходящуюся на рабочий орган дисковой бороны БДТ-3 для определения оптимальных режимов работы разработанного устройства «Распределяющее-догружающее устройство для прицепной рамной бороны» (рисунки 3-5).

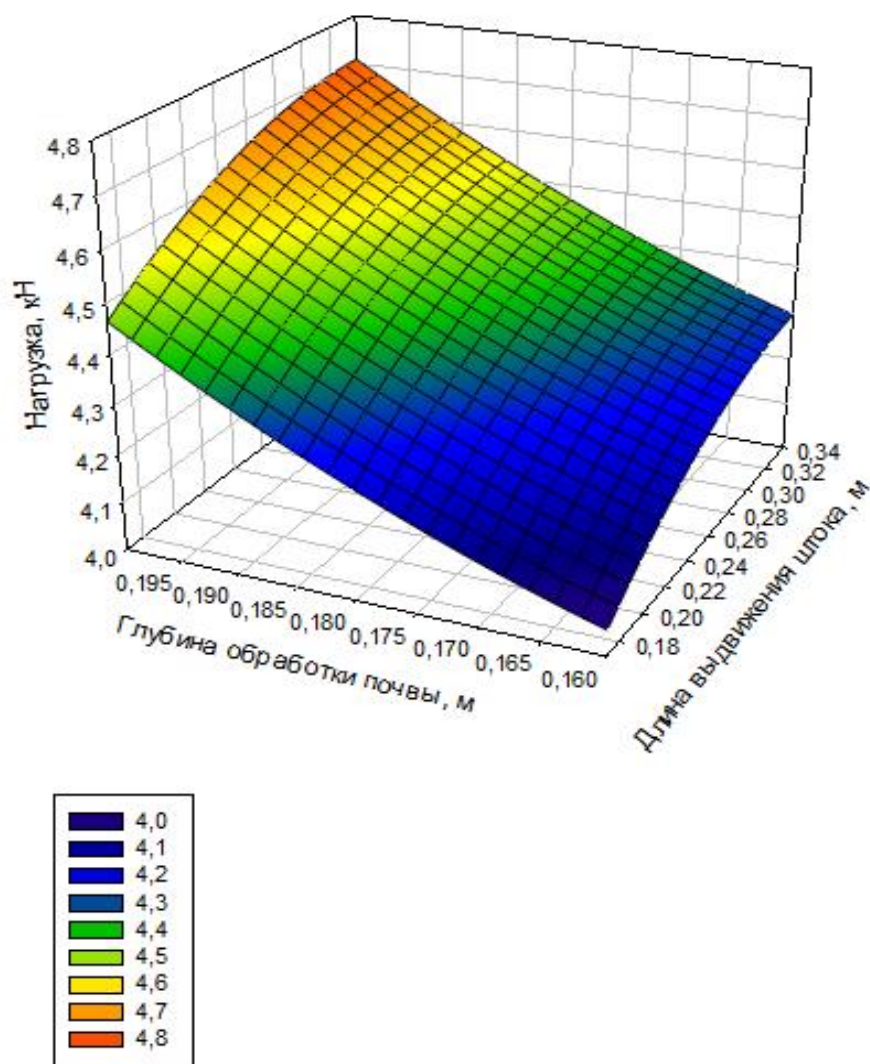


Рисунок 3 – Зависимость нагрузки, приходящейся на рабочий орган от длины выдвижения штока гидроцилиндра и глубины обработки почвы при ширине захвата при  $b=2,75$  м

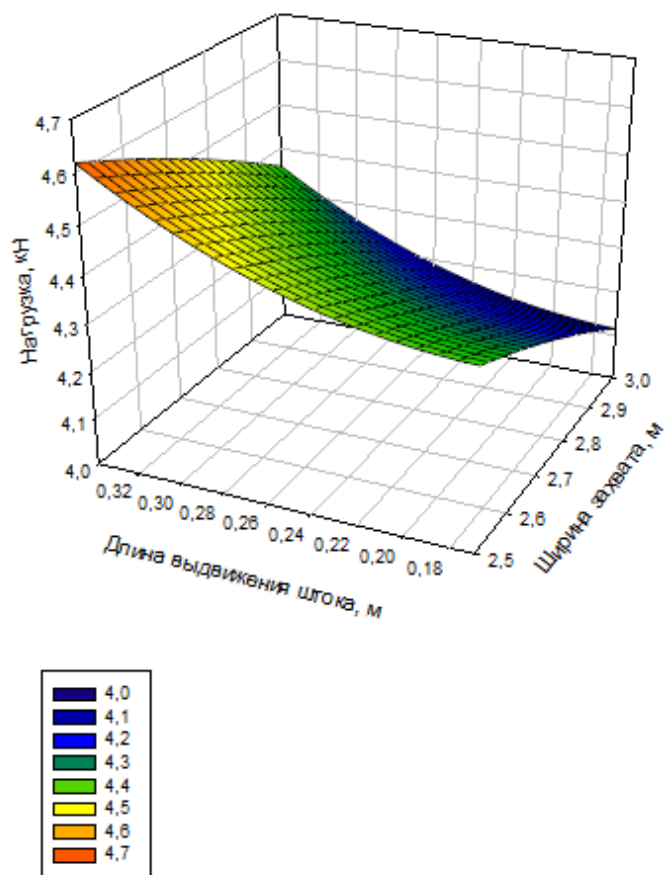


Рисунок 4 – Зависимость нагрузки, приходящейся на рабочий орган от ширины захвата и длины выдвижения штока гидроцилиндра при глубине обработки почвы при  $h=0,18$  м

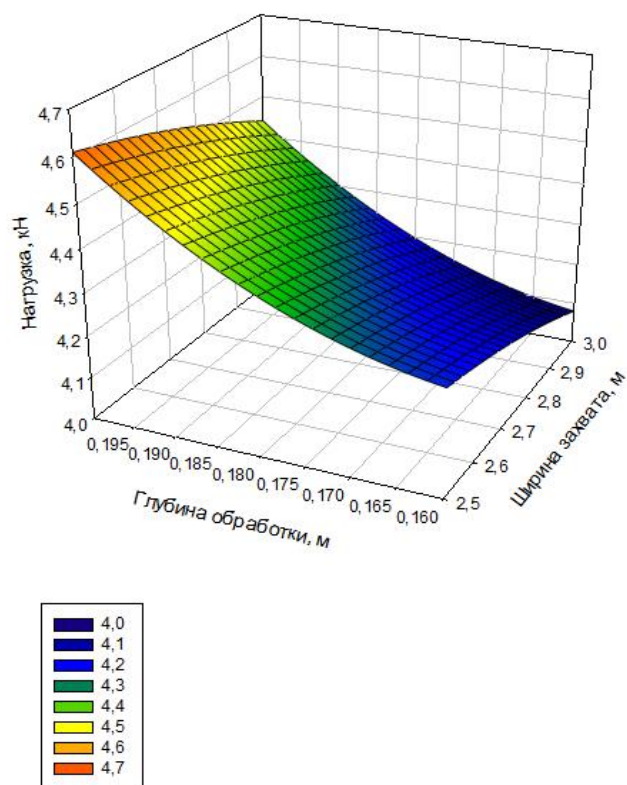


Рисунок 5 – Зависимость нагрузки, приходящейся на рабочий орган от глубины обработки почвы и ширины захвата при длине выдвигания штока гидроцилиндра при  $a=0,255$  м

Анализ трёхмерных поверхностей отклика показал:

- Наибольший рост нагрузки на рабочий орган (до 15 %) зафиксирован при выдвигании штока на 0,30 м (рисунок 3). Увеличение хода штока с 0,18 до 0,30 м позволяет ступенчато изменять глубину обработки от 0,16 до 0,20 м. Дальнейшее выдвигание штока при неизменной ширине захвата не приводит к росту нагрузки.
- При фиксированной глубине обработки (0,18 м) максимальная нагрузка в 4,6 кН достигается при длине штока 0,30 м и ширине захвата 2,7 м (рисунок 4). Расширение захвата свыше этого значения сопровождается снижением нагрузки.

– При постоянном выдвигании штока (0,255 м) увеличение ширины захвата до 2,7 м способствует росту нагрузки на диск до 15 % и даёт возможность изменять глубину обработки в требуемом диапазоне (рисунок 5).

### **Заключение.**

Производственная проверка адаптированной дисковой бороны БДТ–3 позволяет сделать следующие выводы:

1. Предложенное распределяюще-догружающее устройство обеспечивает изменение удельной нагрузки на рабочий орган бороны в зависимости от производственных условий.
2. Конструкция даёт возможность регулировать глубину обработки почвы, с учётом биологических особенностей возделываемой культуры и текущих физико-механических характеристик почвы.
3. В ходе испытаний достигнута максимальная нагрузка на диск бороны до 4,7 кН при выдвигании штока гидроцилиндра на 0,30 м.

### **Список использованной литературы**

1. Kuvachov V. Experimental research into new harrowing unit based on gantry agricultural implement carrier/ Kuvachov V. et al. // *Agronomy Research* 19(1), 126–135, 2021 <https://doi.org/10.15159/AR.20.239>
2. Соколов Н.М. Влияние конструктивных и режимных параметров рабочих органов на энергетические показатели почвообрабатывающего орудия/ Н.М. Соколов, С.Б. Стрельцов, П.А. Покусаев // *Аграрный научный журнал*. 2024. – № 5. – С. 147–153. DOI: 10.28983/asj.y2024i5pp147-153. EDN: NGFITJ.
3. Раднаев Д.Н. Комплексная механизация сельскохозяйственного производства/Д.Н. Раднаев, З.Ю. Стрекаловская, А.И. Неустроева, А.В. Спиридонова // *Научно-технический вестник Поволжья*. 2023. – № 6. – С. 270-272. EDN: LFYSDQ.
4. Щитов С.В. Результаты производственной проверки работы бороновального агрегата с установленным корректором – распределителем сцепного веса / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, В.Г. Евдокимов и др. // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2025. – № 1 (111). – С. 67-73. EDN: HPBFFM
5. Беляев В.И. Перспективные агротехнологии производства зерна в Алтайском крае/ В.И. Беляев, Л.В. Соколова // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2018. – № 4(162). – С. 5–12. EDN: XMZPZZ.

6. Шишлов С.А. К вопросу деформационно-энергетической оценки состояния почвы при обработке /С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов, Д.С. Шишлов// Дальневосточный аграрный вестник. 2024. – Т. 18. № 1. – С. 99 –104. DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-99-104. EDN IGBPEL.

7. Беляев В.И. Влияние основной обработки почвы на запасы почвенной влаги перед посевом яровых культур в различных агроклиматических условиях/ В.И. Беляев, В.Н. Кузнецов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. –№ 1 (243). – С. 49–56. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56. EDN: AYPPZQ.

8. Cirujeda A. Relationship between speed, soil movement into the cereal row and intra-row weed control efficacy by weed harrowing/A. Cirujeda, B. Melander, K. Rasmussen, I. A. Rasmussen// First published: 21 July 2003 <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00345.x>

9. Щитов С.В. Влияние конструктивно-технологических параметров «корректора-распределителя сцепного веса» на распределение нагрузки бороновального агрегата/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, С. Н. Воякин, Е. С. Поликутина, В.В. Леонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. –№ 1. – С. 34 –39. EDN: FDQWBL.

10. Леонов В.В. Улучшение тягово-сцепных свойств бороновального машинно-тракторного агрегата/ Леонов В.В., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Кривуца З.Ф., Поликутина Е.С.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. – № 199. – С. 69–81. DOI: 10.21515/1990-4665-199-008. EDN: QIKYLE.

11. Пат. №2821900 С1 Российская Федерация А01В 21/00. Распределяюще – догружающее устройство для прицепной рамной бороны / Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. и др.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» – № 2023131290; заявл. 30.11.2023; опубл. 27.06.2024, Бюл. № 18. –3с: ил. EDN: LCJSCM.

12. Пат. № 2812473 С1 Российская Федерация А01В 71/02. Догрузочно – распределяющее устройство для прицепной рамной дисковой бороны, патент на изобретение /Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов и др.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» – № 2023124750; заявл. 27.09.2023; опубл. 30.01.2024, Бюл. № 4. –3с: ил. EDN: TEEFBC.

## References

1. Kuvachov V. Experimental research into new harrowing unit based on gantry agricultural implement carrier/ Kuvachov V. et al. // Agronomy Research 19(1), 126–135, 2021 <https://doi.org/10.15159/AR.20.239>

2. Sokolov N.M. Vliyanie konstruktivny`x i rezhimny`x parametrov rabochix organov na e`nergeticheskie pokazateli pochvoobrabaty`vayushhego orudiya/ N.M. Sokolov, S.B. Strel`czov, P.A. Pokusaev // Agrarny`j nauchny`j zhurnal. 2024. –№ 5. – S. 147–153. DOI: 10.28983/asj.y2024i5pp147-153. EDN: NGFITJ.

3. Radnaev D.N. Kompleksnaya mexanizaciya sel`skoxozyajstvennogo proizvodstva/D.N. Radnaev, Z.Yu. Strekalovskaya, A.I. Neustroeva, A.V. Spiridonova // Nauchno-texnicheskij vestnik Povolzh`ya. 2023. – № 6. – S. 270-272. EDN: LFYSDQ.

4. Shhitov S.V. Rezul`taty` proizvodstvennoj proverki raboty` boronoval`nogo agregata s ustanovlenny`m korrektorom – raspredelitelem scepного веса / S.V. Shhitov, Z.F.

Krivucza, V.G. Evdokimov i dr. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. – № 1 (111). – S. 67-73. EDN: HPBFFM

5. Belyaev V.I. Perspektivny`e agrotexnologii proizvodstva zerna v Altajskom krae/ V.I. Belyaev, L.V. Sokolova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. – № 4(162). – S. 5–12. EDN: XMZPZZ.

6. Shishlov S.A. K voprosu deformacionno-e`nergeticheskoy ochenki sostoyaniya pochvy` pri obrabotke /S.A. Shishlov, A.N. Shishlov, D.S. Shishlov// Dal`nevostochny`j agrarny`j vestnik. 2024. – T. 18. № 1. – S. 99 –104. DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-99-104. EDN IGBPEL.

7. Belyaev V.I. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy` na zapasy` pochvennoj vlagi pered posevom yarovy`x kul`tur v razlichny`x agroklimaticheskix usloviyax/

V.I. Belyaev, V.N. Kuznecov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. –№ 1 (243). – S. 49–56. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56. EDN: AYPPZQ.

8. Cirujeda A. Relationship between speed, soil movement into the cereal row and intra-row weed control efficacy by weed harrowing/A. Cirujeda, B. Melander, K. Rasmussen, I. A. Rasmussen// First published: 21 July 2003 <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00345.x>

9. Shhitov S.V. Vliyanie konstruktivno-texnologicheskix parametrov «korrektora-raspredelatelya scepного vesa» na raspredelenie nagruzki boronoval`nogo agregata/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivucza, S. N. Voyakin, E. S. Polikutina, V.V. Leonov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. 2025. –№ 1. – S. 34 –39. EDN: FDQWBL.

10. Leonov V.V. Uluchshenie tyagovo-scepny`x svojstv boronoval`nogo mashinno-traktornogo agregata/ Leonov V.V., Shhitov S.V., Kuznecov E.E., Krivucza Z.F., Polikutina E.S.// Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2024. – № 199. – S. 69–81. DOI: 10.21515/1990-4665-199-008. EDN: QIKYLE.

11. Pat. №2821900 S1 Rossijskaya Federaciya A01B 21/00. Raspredelyayushhe – dogruzhayushhee ustrojstvo dlya pricepnoj ramnoj borony` / Kuznecov E.E., Shhitov S.V. i dr.; zayavitel` i patentoobladatel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «DAL`NEVOSTOChNY`J GOSUDARSTVENNY`J AGRARNY`J UNIVERSITET» – № 2023131290; zayavl. 30.11.2023; opubl. 27.06.2024, Byul. № 18. –3s: il. EDN: LCJSCM.

12. Pat. № 2812473 S1 Rossijskaya Federaciya A01B 71/02. Dogruzochno – raspredelyayushhee ustrojstvo dlya pricepnoj ramnoj diskovoj borony`, patent na izobretenie /E.E. Kuznecov, S.V. Shhitov i dr.; zayavitel` i patentoobladatel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «DAL`NEVOSTOChNY`J GOSUDARSTVENNY`J AGRARNY`J UNIVERSITET» – № 2023124750; zayavl. 27.09.2023; opubl. 30.01.2024, Byul. № 4. –3s: il. EDN: TEEFBC.